第13卷 第6期 昆虫学报 Vol. 13, No. 6
1964年11月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Nov., 1964

食物中几种氨基酸对家蝇卵巢发育的影响

利翠英 李文盛
(中山大学生物系)

摘要 本研究以10%蔗糖水，鸡蛋液加10%蔗糖水，及以16种氨基酸代替鸡蛋液中的蛋白质所配合成的試驗飼料加蔗糖水，分別飼养家蝇，作为营养物质与卵巢发育关系的試验。試驗結果証明：家蝇单取食蔗糖水，卵巢不发育；取食鸡蛋液加蔗糖水，卵巢正常发育；取食配合的試驗飼料加蔗糖水，卵巢亦能正常发育。

取食鸡蛋液加蔗糖水的雌蝇，羽化后5天，卵巢发育完成，第6天产卵。其寿命可达55天。这种食物滿足了家蝇成虫正常生活及繁殖的需要。根据卵巢发育过程中卵巢管的变化，卵母細胞和滋养細胞的发育变化情况，卵巢的发育可明显地区分为五个阶段。本試驗以这样的五个发育阶段作为营养物质与卵巢发育关系的根据。

单取食10%蔗糖水的雌蝇，卵巢仅发育到第II阶段，即停留在卵母細胞分化初期，卵黄未开始形成的阶段。

取食試驗飼料的家蝇，其寿命平均35天；在卵巢发育过程中，其增长程度与取食鸡蛋液者相似，最終卵巢直径較取食鸡蛋液者略小，但差异不显著，能正常产卵，并能正常孵化，其后代均能正常生长发育及繁殖。这个試驗結果証明：配合的試驗飼料完全可以代替作为家蝇食物的鸡蛋液，并可作为家蝇食物中某种氨基酸的存缺与卵巢发育关系的試驗飼料。

在这种配合飼料的基础上，分別除去其中十种“必需氨基酸”中的某一种，分別用缺少一种“必需氨基酸”的飼料来飼养雌蝇，以測定卵巢发育对某种氨基酸的反应。試驗結果証明：若从飼料中分別除去精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、賴氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、纈氨酸以及色氨酸等任何一种氨基酸时，家蝇卵巢都不能发育完全。但除去蛋氨酸或組氨酸时，卵巢仍能发育完全，正常产卵，不过产卵期推迟了一天。卵亦孵化，其后代生长发育和繁殖均正常。試驗結果表明家蝇食物中必需含有精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、賴氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、纈氨酸、及色氨酸才能滿足其卵巢发育需要，而蛋氨酸及組氨酸則不需从食物中获得。

前 言

昆虫的取食，也和其他动物一样，一方面为了維持生命及个体发育，同时也为了繁殖后代。在仅能維持生命的营养物质基础上，能否繁殖，取决于生殖所必需的某些营养物质。在成虫不取食的昆虫类群中，就雌虫而言，其卵巢发育，进行于蛹期，卵子形成过程中所必需的营养物质，是由幼虫时期所积累下来的。在成虫仍需取食的昆虫类群中，卵巢发育所需的营养物质則来自成虫食料。这一个类群的雌虫，維持生命的物质，并不完全相同于生殖所需的物质，就昆虫的主要营养物质中的糖类与蛋白质而言，这两种物质对昆虫的生存与生殖有不同的作用。許多試驗研究証明：糖类是維持昆虫生活所必需的，蛋白质是生殖所必需的物质。例如：紅头丽蝇(*Calliphora erythrocephala* Meig.)雌虫必須取食糖类和蛋白质(包括酵母)才能正常地生活和繁殖，如单食糖类，可以維持生命，但不产卵；如食物中缺糖則不能生存 (Fraenkel, 1940; Strangways-Dixon, 1961)。新羽化的草蜢

(本文于1964年5月19日收到)

(*Oncopeltus fasciatus* (Dall.))雌虫,如单食葡萄糖,可維持生命,但不产卵,必須取食植物种子方能产卵(Johanson, 1959)絲光綠蝇(*Lucilia sericata* Meig.)可借糖水維持生命到 6 星期之久,但不产卵,如食物中加入魚肉,卽行产卵,如食料中缺糖类,則在三、四天全部死亡(Dorman 等, 1938)。家蝇也必須取食糖水与蛋白質食物才能产大量的卵(Glaser, 1923; Greenberg, 1960)。家蝇卵巢成熟与成虫期的营养物質有直接关系,蛋白質是卵巢发育所必需的物質(Дербенева-Ухова, 1942)。絲光綠蝇的食物中缺乏蛋白質,卵巢不发育(Hobson, 1938)。黑花蝇(*Phormia regina* Meig.)(Rasso 和 Fraenkel, 1954)及丽蝇(*Protophormia terrae-novae* R. D.)(Harlow, 1956)仅取食糖水,其卵巢也不发育。Sang 和 King (1961) 在褐果蝇 (*Drosophila melanogaster* Meig.); Захрова (1962) 在麻蝇(*Parasarcophaga scoparia* Pond)的研究中,也先后获得同样的結果。

构成蛋白質的各种氨基酸与动物生长发育及生殖的关系,从大鼠試驗結果,确定了維持体內氮素平衡的十种"必需氨基酸"(Rose, 1938)。关于氨基酸与昆虫生长发育关系方面的研究,在洋葱蝇(*Hylemyia antiqua* M. G.) (Friend 和 Backs 等, 1957)、紅鈴虫 (*Pectinophora gossypiella* Saund.) (Vanderzant, 1957, 1958)、家蝇(Chang 和 Wang, 1958)、麻蝇 (*Parasarcophaga affinis*) (Hause, 1958)、黑花蝇和地老虎 (*Agrotis orthogonia* Morr.) (Kasting 等, 1958, 1960, 1962) 等昆虫已有报导。关于氨基酸对昆虫卵巢发育的影响,因昆虫种类不同而有不同的反应。Dimond 等(1956)指出精氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、賴氨酸、苏氨酸、纈氨酸、亮氨酸为埃及伊蚊(*Aedes aegypti* L.)产卵必需的氨基酸。如食物中缺少胱氨酸、組氨酸、蛋氨酸时,仍能产卵,但产卵量显著減少。Harlow (1956) 証明丽蝇(*Protophormia terrae-novae* R. D.)食物中缺少色氨酸时,卵黃的形成遭受抑制。

Vanderzant (1963) 指出棉鈴象虫(*Anthonomus grandis* Boheman)成虫食物中要有精氨酸、組氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、賴氨酸、苏氨酸、色氨酸、纈氨酸、蛋氨酸或苯丙氨酸,如缺少其中任何一种氨基酸,♀虫都不能产卵。

本研究以家蝇为材料,其主要目的在探討昆虫发育和繁殖过程中对氨基酸的要求規律,进而提供一些害虫防除和益虫繁殖的理論根据。

材 料 和 方 法

欲探討家蝇卵巢发育过程中所需的营养物質,首先要配合成一种适合家蝇正常生长发育和卵巢正常形成的食料。通常可根据自然食物所含的成分,配合成試驗的食料,然后进一步进行营养物質需要上的質量試驗。适合于家蝇卵巢发育的配合食料的配制,是本研究的先决条件。本試驗利用各种氨基酸来代替家蝇正常食物中的蛋白質,从而探討氨基酸与卵巢发育的关系。

1962 年 5 月間,从广州市海珠区一市場采获一批成虫,在实驗室內以蔗糖水和鸡蛋的混合液飼养,連續繁殖到第五代,从中选择正常发育的个体,后来选取正在交尾的一对成虫。分离飼养,繁殖到第七代的成虫,才供作本試驗的材料。

(一) 幼虫的培养 为了获得較大量的正常发育的幼虫,本試驗是采取紗布湿潤鸡蛋液稀释的方法,将去壳的鸡蛋液,以蒸餾水稀释三倍(一克鸡蛋液加三毫升水)之后,量取 45—50 毫升稀释液,倒入容量 500 毫升的广口瓶內,放入 30 × 60 厘米的紗布湿潤。把

經蒸餾水洗滌二次的蝇卵或刚孵化的幼虫，用洁淨的玻璃棒移至紗布上，每瓶以 50 条幼虫为宜。瓶口盖以細密的棉布，置于室温 29—31℃ 的条件下，約經 4—5 天，化蛹完全。此法基本上与 Погодина (1954)、孙耘芹(1956)所提出的实驗室培养家蝇的方法相类似。

(二) 成虫的飼养　采用上述方法所获得的蛹移入梯形的养虫籠內，虫籠平底斜面，籠面为 32.5 × 25.5 厘米，上有 22.7 × 17 厘米的玻璃嵌鑲，籠底为 30 × 25.5 厘米的木板，前面高 15 厘米，有一小門并連一黑布袖套，后面高 25 厘米，全是玻璃板嵌鑲，二側面各有一小鉄紗窗。在实驗室条件下，蝇蛹陆續羽化为成虫，随即移开，并用 10% 蔗糖水(重結晶过的蔗糖)和鸡蛋液(稀释比例如上述)，1:1 混和液来飼喂。将此液盛入小培养皿中，皿內放一小块脫脂棉花，以保持食物一定时間的湿度，并避免家蝇在取食时溺死。另一个同样大小的玻皿，皿內放有略湿潤的粗糙米糠，供蝇产卵之用。

(三) 試驗食物的制备　在家蝇成虫的正常食物的基础上，試图以各种氨基酸混合物代替此食物中蛋白質的人工配合飼料，用除去其中某一种氨基酸的方法，从而探索氨基酸与卵巢发育的关系。在繁殖家蝇的过程中表明蔗糖水加鸡蛋液是能滿足家蝇卵巢正常发育的需要，可作为家蝇成虫卵巢发育的正常食物和配合試驗飼料的依据。

試驗飼料的配制量主要是根据 Thorpe (1952) 鸡蛋液成分分析的資料，在 100 克去壳鸡蛋液中，含有 13 克的蛋白質，还有脂肪、糖、維生素、烟酸及其他营养物質。又根据了霍克等(1961)的分析資料在鸡蛋中含有 16 种氨基酸；Sahyun (1948)(据郑集 1953)分析在 100 克鸡蛋液中十种"必需氨基酸"混合物含量为 7.7 克，其余 6 种氨基酸为 4.3 克，总量約 12 克。

試驗飼料的配制方法，除花生油外，秤取各种氨基酸，維生素 B_1，維生素 B_2，烟酸，胆固醇，磷酸三鈣，磷酸鉄以及蔗糖的需要量(見表 1)，一并放入玻璃研鉢研磨成細微粉末，用洁淨的移液管加入 75 毫升蒸餾水，倒入容量瓶內，再以三倍蒸餾水稀释，使充分均勻，溶液呈現渾浊乳白色，随后用氫氧化鈉中和，加入純淨花生油，貯存于冰箱中。飼喂时先将此混合液搖勻，量取 1—2 毫升，加入等量的 10% 蔗糖水飼喂家蝇成虫(飼喂方法如前

表 1　試驗飼料的配制量

成　　分	克/100克
氨基酸混合物*	12.00000
花生油(純)	11.00000
蔗糖(重結晶)	1.50000
維生素 B_1	0.00015
維生素 B_2	0.00025
烟酸	0.00010
胆固醇	0.23400
磷酸三鈣	0.26000
磷酸鉄	0.00300
蒸餾水	75.00000

* 氨基酸混合物	克/100克
L-精氨酸(HCl)	0.910
L-組氨酸(HCl)	0.312
L-賴氨酸(HCl)	0.780
L-异亮氨酸	0.650
L-亮氨酸	2.470
L-苯丙氨酸	0.680
L-苏氨酸	0.640
DL-纈氨酸	0.570
DL-色氨酸	0.210
DL-蛋氨酸	0.460
L-谷氨酸	2.020
L-酪氨酸	0.533
L-天冬氨酸	0.870
DL-胱氨酸	0.200
DL-丙氨酸	0.290
DL-甘氨酸	0.390

所述)。

(四) 試験方法 本試験是用同一世代所羽化出来的一千多个大小均一,体重相似的皆为室內培养的个体,彼此年龄相差不超过 12 小时的家蝇成虫为材料。先以乙醚輕微麻醉,分辨雌雄,分为 13 組,每組选取雌雄各 40 个,移入上述的养虫籠內,进行不同的飼料处理,处理的組别为:第一組,仅給 10% 蔗糖水;第二組是給鸡蛋液加 10% 蔗糖水;第三組为配合的試験飼料(如表 1)加 10% 蔗糖水;其余 10 个組,每組为試験飼料中缺少十种"必需氨基酸"中的一种氨基酸的試験組,全部置温度 28℃,相对湿度为 74—78%,每天連續光照 13 小时的条件下,每天更换飼料一次。在羽化后 1—3 小时(取食前)用 Bouin 液固定一次,此时的雌蝇卵巢作为开始长度,以后每隔 24 小时固定一次,每一組每一次固定五个雌蝇,連續进行到第六天。固定时先将虫体浸入固定液中,用解剖針刺破腹部,使固定液能充分透入,經 12—24 小时后,以 70% 酒精换液数次,直至沒有黄色液体出現为止,随后在双目解剖鏡下进行解剖,从腹部二側切割,移开背板,取出卵巢,保存于 75% 酒精中,測量卵巢时,把卵巢平展在載玻片上,用測微尺量其直径的大小,測定卵巢二直径互相垂直的位置,然后把卵巢管分开,用明矾苏木精染色,制成卵巢管的整封玻片标本,在显微鏡下測量其在各个时期卵室与卵母細胞的大小,詳細观察卵母細胞发育的情况。所获得的数据都經过了統計分析。

結 果

在上述条件下培养家蝇,其生活历程为:卵期 12—24 小时,幼虫期約 5 天,蛹經 6 天羽化,一般羽化后第二天的成虫,雌雄便进行交尾,在鸡蛋液加蔗糖水食物营养下,第六天卽行产卵,継續繁殖后代,雌蝇寿命約 55 天。

(一) 在正常情况下,家蝇雌性生殖器发育的过程 家蝇的雌性生殖器,主要包括一对卵巢以及与卵巢相連的側輸卵管,中輸卵管和附腺(West, 1951)。

家蝇的卵巢由許多卵巢管所組成,卵巢管属多滋式的,在管的前端形成細小的端絲,卵巢管本身可分端部和基部,端部是生殖区(或端室),位于端絲下,卵巢管的頂端有一羣生殖細胞,为尙未分化的卵原細胞。基部是膨大的卵黄区,占卵巢管的大部分,內含有卵母細胞和滋养細胞。一般成熟的卵巢管,每管有三个发育不同时期的卵室。由于卵母細胞的漸次发育和增大,最初卵室显著扩大呈长椭圓形(图 2 V)。每条卵巢管內的卵子发育阶段,都是一致的。刚羽化的雌蝇,卵巢还沒有发育完全,这时卵巢平均直径为 0.63±0.042 毫米(图 1 I; 表 2),經取食蔗糖水加鸡蛋液后,卵巢迅速生长,最終卵巢直径可达 2.060±0.130 毫米左右(图 1 V)。根据室內飼养下的家蝇卵管大小及卵細胞发育情况,其卵巢发育大致可区分下列V个阶段(图 1、2):

第 I 阶段(图 1、2I):羽化后 1—3 小时的雌蝇,卵巢还很小,白色不透明,卵巢管彼此粘貼紧密,排列十分整齐。卵巢管平均长度 0.154±0.020 毫米。最初卵室与生殖区还未最后分开,在这时候的卵室呈小球形,只能看到由 16 个細胞組成的未分化的細胞羣。

第 II 阶段(图 1、2II):取食后 24 小时,卵巢較前一阶段透明,并略为扩大,卵巢管的长度为 0.252±0.027 毫米。最初卵室与生殖区明显分开。卵巢扩大,滋养細胞也显著扩大。卵母細胞开始分化,較滋养細胞小,位于卵管的基部,但卵黄尙未形成。

第 III 阶段(图 1、2 III)：取食后 48—72 小时的卵巢，显著增大。卵巢管彼此之間粘貼变得疏松，排列亦不整齐。最初卵室扩大呈椭圓形，滋养細胞継續生长，卵母細胞质中出現卵黄粒。这时卵巢管的第二个卵室出現，卵室之間与生殖区之距离稀疏。卵巢管的长度 0.403±0.044—0.543±0.046 毫米。72 小时的卵管，除了最初卵室內的卵黄积累較 48 小时的多些之外，幷无其他差异，故属同一阶段。

第 IV 阶段(图 1、2 IV)經过 96 小时，卵巢継續增大。由于卵巢管內的滋养細胞和卵母細胞的同时生长，最初卵室变成长椭圓形。卵母細胞占整个卵室的1/2—3/4，卵母細胞內有丰富的卵黄累积，有时卵母細胞核从中央移向卵黄上方。在这个时候，卵壳开始形成，第三卵室亦已出現。卵巢管长 0.788±0.019 毫米。

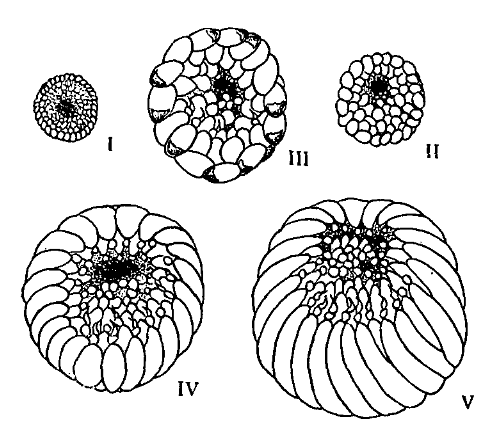


图 1　家蝇卵巢发育的各个阶段

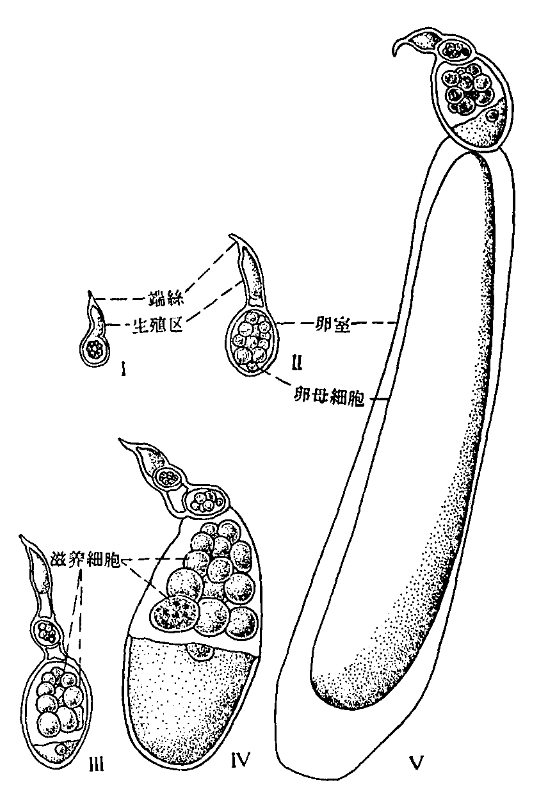


图 2　家蝇卵巢管发育的各个阶段

第 V 阶段(图 1、2 V)：經 120 小时之后，卵巢已成熟幷极度扩大，常达腹腔的 2/3。最初卵室中的卵完全形成，卵呈长椭圓形，稍弯，几乎塡滿整个卵室。滋养細胞逐漸縮小而至完全消失。卵巢管的第二、三卵室也逐漸增大，整个卵巢管长 1.628±0.019 毫米。

卵室与卵細胞的生长情况，在图 3、4 中亦可明显看出，在取食初期，卵室与卵母細胞的生长是緩慢的，当滋养細胞逐漸生长增大，活动性随着升高，卵母細胞与卵黄漸次积累。卵母細胞后期強烈迅速地生长。由于卵細胞和滋养細胞的同时生长，卵室跟着扩大延长，其后卵黄逐漸增长，滋养細胞的体积开始下降，逐漸縮小而至完全消失，最初卵室的生长相应地停止下来。

（二）仅用蔗糖水飼养雌蝇，卵巢发育的情况　仅取食 10% 蔗糖水的雌蝇，卵巢发育很少，卵子发育只停留在已分化为卵母細胞的初期状态，卵黄沒有形成，相当于卵管发育的第 II 阶段，雌蝇不产卵。

（三）用蔗糖水和鴉蛋白液飼养組　取食 10% 蔗糖水加鴉蛋液者，成虫寿命可达 55 天左右，卵巢正常发育，卵粒形成正常。在温度为 28℃，相对湿度为 74—78%，每天連續

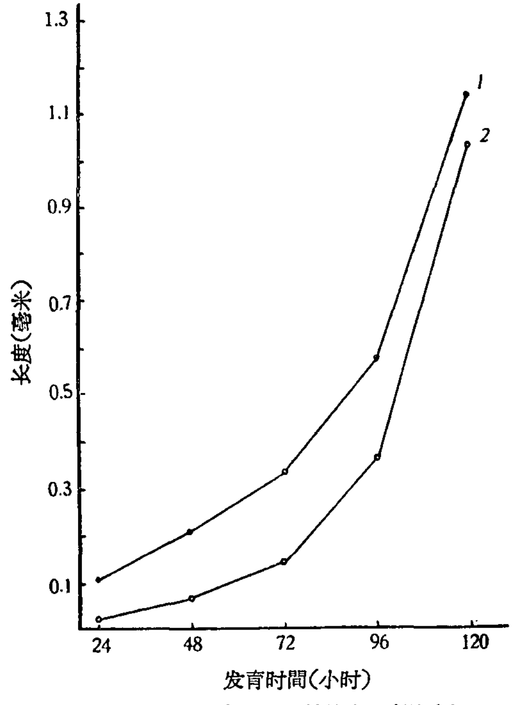


图 3 取食配合飼料的家蝇卵室(1)与卵母細胞(2)发育曲綫

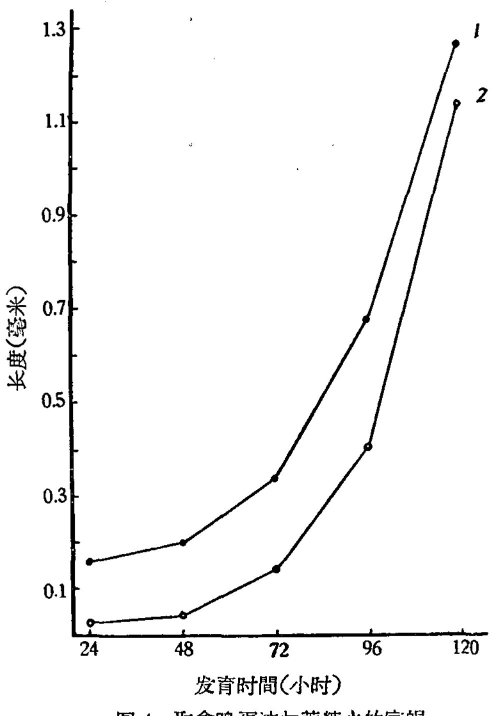


图 4 取食鸡蛋液加蔗糖水的家蝇卵室(1)与卵母細胞(2)发育曲綫

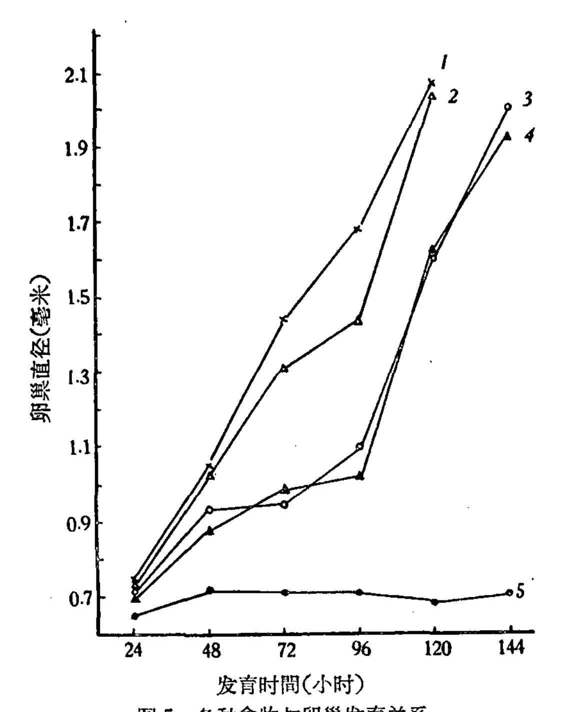


图 5 各种食物与卵巢发育关系：
1.鸡蛋液+蔗糖液； 2.試驗飼料+蔗糖液；
3.缺蛋氨酸； 4.缺組氨酸； 5.純蔗糖液。

光照 13 小时的条件下，羽化后 5 天的雌虫卵巢发育完全，其直径为 2.060±0.130 毫米(图 1 I; 表 2)，第 6 天即行产卵。卵在卵巢管中，最初呈小球形，后来卵黄漸次累积，卵母細胞变成长卵形，进一步延长，并变为不透明的长椭圓形稍带弯曲的卵。由此可見，家蝇成虫营养与卵巢发育有密切的关系，卵巢发育同样需要蛋白质食物，而鸡蛋液加 10% 蔗糖水，无疑的是家蝇成虫良好的飼料。

（四）用配合飼料飼养家蝇 取食配合的試驗飼料加蔗糖水的家蝇成虫，正如取食鸡蛋液加蔗糖水的一样，卵巢发育也正常，在卵巢发育过程中，其增长程度也与鸡蛋液加蔗糖水相似，最終卵巢的直径平均为2.030±0.140 毫米，比取食鸡蛋液者仅少 0.030 毫米(图 5，表 2)，两者差异并不显著($P>0.05$)；最終卵巢管长度平均为1.300±0.029 毫米。产卵正常，并能正常孵化。其后代的

生长发育及繁殖均正常，成虫寿命平均 35 天。这个試驗結果説明在本試驗所配合的試驗飼料，能滿足家蝇卵巢发育及繁殖的需要，并且可以作为家蝇食物中某种氨基酸存在与卵巢发育关系的試驗的基础。

（五）用配合飼料逐一缺少氨基酸的試驗　試驗結果：配合食物中分别缺少蛋氨酸和組氨酸时，卵巢仍能发育，但需要六天时間才能完全，其直径的增加在 96 小时之前，进行十分緩慢，此后急剧上升，最終卵巢直径分别为 2.000±0.054 及 1.920±0.060 毫米，較之完全食物略小（图 5，表 2）。在缺少其他配合食物的氨基酸者（表 2），与取食 10% 蔗糖水的相似，卵巢均不能发育完全，不能产卵，虽彼此也有差异，但差异并不显著（$P>0.05$）。当食物中分别缺少异亮氨酸、苏氨酸及纈氨酸时，卵巢直径的变化，都有相似的情况，不是漸次增加，而是起伏进行的，卵巢直径一直增长到 72 小时，随后又降低到一定水平平稳下来。缺少亮氨酸、精氨酸和苯丙氨酸，卵巢直径逐漸上升，不过，缺精氨酸者，在 72—96 小时阶段，出現停滞現象。而缺少色氨酸、賴氨酸时又出現另一种情况，当卵巢直径增加到 96—120 小时为最大，到 144 小时又降低到相当于 72 小时的水平。

表 2　几种氨基酸与家蝇卵巢发育的关系

食物种类	卵巢直径*（毫米）						产卵及孵化
	24小时	48小时	72小时	96小时	120小时	144小时	
10%蔗糖水	0.65±0.039	0.72±0.077	0.71±0.046	0.71±0.063	0.68±0.052	0.71±0.016	－
鷄蛋液＋蔗糖	0.74±0.097	1.05±0.24	1.44±0.15	1.68±0.23	2.06±0.13		＋
△配合食物＋蔗糖	0.73±0.057	1.02±0.20	1.30±0.15	1.42±0.24	2.03±0.14		＋
缺异亮氨酸	0.67±0.048	0.67±0.040	0.73±0.071	0.70±0.076	0.71±0.092	0.71±0.083	－
缺亮氨酸	0.66±0.05	0.69±0.10	0.74±0.084	0.75±0.067	0.76±0.089	0.79±0.11	－
缺精氨酸	0.67±0.043	0.70±0.08	0.74±0.09	0.74±0.09	0.75±0.08	0.77±0.084	－
缺賴氨酸	0.67±0.058	0.69±0.08	0.74±0.09	0.76±0.096	0.75±0.073	0.74±0.072	－
△缺蛋氨酸	0.72±0.067	0.93±0.23	0.94±0.17	1.1 ±0.14	1.60±0.18	2.0 ±0.054	＋
缺苯丙氨酸	0.67±0.048	0.73±0.089	0.76±0.11	0.81±0.07	0.79±0.067	0.86±0.13	－
缺苏氨酸	0.64±0.05	0.67±0.05	0.69±0.038	0.69±0.063	0.68±0.048	0.68±0.06	－
缺色氨酸	0.64±0.034	0.69±0.05	0.69±0.053	0.71±0.048	0.72±0.059	0.68±0.06	－
缺纈氨酸	0.65±0.037	0.68±0.065	0.70±0.048	0.69±0.056	0.69±0.062	0.69±0.064	－
缺組氨酸	0.69±0.042	0.87±0.10	0.98±0.083	1.01±0.14	1.62±0.26	1.92±0.21	＋

卵巢最初直径为 0.63±0.042 毫米

表内“*”号表示 10 个卵巢的平均值。　△号表示二次試驗（即 20 个卵巢）的平均值。

“＋”号表示能产卵及孵化。　“－”号表示不能产卵。

上述結果表明从試驗飼料中分别除去精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、纈氨酸、賴氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸中的任何一种氨基酸时，家蝇卵巢发育不完全，卵巢直径在 0.680±0.060—0.860±0.130 毫米的范围内，卵子形成不完全，不能产卵。但若除去組氨酸、蛋氨酸时，卵巢仍能发育，产卵正常。这一結果，可知在試驗条件下，家蝇卵巢发育所需要由食物中供給的氨基酸为精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苏氨酸、纈氨酸、苯丙氨酸、賴氨酸、色氨酸。而組氨酸、蛋氨酸可不需要由食物中来。

討　　論

1. 試驗結果表明以蔗糖水喂飼家蝇成虫，卵巢发育不完全，卵子发育到卵母細胞分化

的初期，卵黄尚未开始形成(第II阶段)，卽停止发育，因而不能产卵。这一結果，与 Дербенева-Ухова (1942)在家蝇研究所获得的結果是一致的，卽单以糖类为食料的雌蝇，卵巢发育仅进行到第II阶段以前。取食无蛋白质食物的雌蝇，其卵巢只能发育到这一阶段，因为新羽化成虫所儲藏的氨基酸量有限，不能滿足卵巢发育之需。成虫单取食糖类，又能滿足有机体内能量代謝物质的要求。所以卵巢不能継續发育到最后阶段(Куприянова, 1963)。这些研究結果，足以說明卵巢进一步的发育，雌蝇必需取食具有蛋白质的食物。鸡蛋液加蔗糖水作为家蝇食物，是能滿足卵巢发育的需要的，因为鸡蛋含有丰富的蛋白质，且这些蛋白质能被家蝇所吸收和利用。

根据鸡蛋液的成分，以 16 种氨基酸配合飼料来代替鸡蛋中的蛋白质成分来飼养家蝇是完全可能的。取食这种配合飼料的家蝇，卵巢发育正常，但对卵巢发育来說，营养价値比鸡蛋液的微低，可能由于鸡蛋中的某些营养因素未包含进去。虽然如此，这种食物基本上还是符合家蝇成虫营养的要求。

2. 根据 Sang 及 King (1961) 在褐果蝇的营养研究中証明：十种"必需氨基酸"是果蝇产卵所必需的。Vanderzant (1963) 的研究指出：棉鈴象虫产卵同样需要这十种"必需氨基酸"，其中缺少任何一种，对卵巢发育都有妨碍，并且在食物中有加倍的半胱氨酸也不能代替蛋氨酸，有加倍的酪氨酸也不能代替苯丙氨酸。 可見这十种氨基酸是一些昆虫卵巢发育不可少的营养物质。

然而本試驗結果表明，从食物中除去組氨酸或除去蛋氨酸时，卵巢仍能正常发育，可見这两种氨基酸对家蝇卵巢是不必要从食物中获得的。本試驗結果，与 Dimond(1956)在埃及伊蚊試驗中，分别除去蛋氨酸或組氨酸仍能产卵的結果有相同的地方。Chen (1958) 在淡色庫蚊(*Culex pipiens* L.)成虫体內游离氨基酸的定量研究中指出：雌蚊体內有大量的蛋氨酸氧硫化合物积累，是因为蛋氨酸在体內易被氧化为氧硫化合物，是卵子形成时，直接或間接地由脂肪体或有关組織保留下来，积累在体液中。Geiger(1961)发現淡色庫蚊及致乏庫蚊(*Culex fatigans*)在卵巢发育时导致体內蛋氨酸氧硫化物的逐步积累。Harlow (1956)在丽蝇的研究結果，同样指出食物中缺少蛋氨酸，对卵巢发育沒有受到影响。这些情况和本試驗結果所指出的，卽家蝇卵巢发育与蛋氨酸及組氨酸的关系有相似的地方。

Du Vigneaud 等(1939)用幼鼠进行生长試驗結果，在体內有胆碱或甜菜碱以及适当維生素 B 的条件下，同型胱氨酸能够代替蛋氨酸。Sang 和 King (1961) 在果蝇試驗認为分别除去蛋氨酸、精氨酸、組氨酸后第八天，仍能产少量的卵，可能是由于胱氨酸能合成蛋氨酸的緣故。 Hilchey 等 (1953, 1955) 証明了德国蜚蠊 [*Blattalla germanica* (L.)] 生长繁殖过程中不需要取食蛋氨酸是因为体內能从胱氨酸轉化合成蛋氨酸，作为硫的代謝来源。后来 Henry 和 Block (1961) 对它們的轉变过程研究，作了进一步証明(据 House, 1962)。不过，Cotty 等(1958)的意見認为家蝇成虫体內硫的代謝与脊椎动物相似，胱氨酸并不能轉变为蛋氨酸。

綜合上述情况看来，家蝇可以不需要从食物中摄取蛋氨酸，而能依賴于胱氨酸的轉化。但在本試驗条件下，取食这种配合飼料，蛋氨酸能否从胱氨酸轉化过来，还需要作进一步的研究。

Kamachi (1935) (根据 Rose, 1938)試驗証明：正在发育的鸡胚胎当注入精氨酸时，

部分可轉变为組氨酸。Auclair (1959) 在德国蜚蠊取食氨基酸食物，对血液中游离氨基酸影响的試験中，証明食物中 DL-蛋氨酸能引起血液中組氨酸浓度增加，若果在家蝇体內产生类似上述的情况，那末，在本試験的配合試験飼料中的精氨酸和 DL-蛋氨酸应起同样的作用。精氨酸可轉变为組氨酸，而蛋氨酸又能引起血液中組氨酸的浓度增加，这样一来，家蝇就不用从食物中获取組氨酸也能满足卵巢发育的需要。因此，組氨酸在食物中的存在，就显得不重要了。但是这些毕竟还是一种推測，不同种类的昆虫，其生理状况，也可能不一样，要彻底了解它們之間的相互关系，还必須进一步研究証明。

3. 家蝇取食鸡蛋液或配合的試験飼料后，其卵室与卵母細胞的发育，情况相似（图 3、4），說明了配合試験飼料对家蝇成虫营养需要是基本适合的。

4. 若在家蝇体內的胱氨酸、半胱氨酸能轉变或代替蛋氨酸，而精氨酸能轉变为組氨酸，則本試験結果可說明从飼料中除去組氨酸或蛋氨酸时，家蝇卵巢生长情况在 96 小时前之所以緩慢，可能由于氨基酸轉变过程中所需一定时間的一种反应。

参　考　文　献

孙耘芹 1956。家蝇的飼养方法。昆虫知識 **2**(3):127。

郑　集 1953。实用营养学。74—8 頁。华东医务生活社。

瞿逢伊 1956。海南島家蝇属小志。昆虫学报 **6**(4):411—32。

B. П. 杰尔本尼娃-烏霍娃 1957。家蝇的生态及其在传染病学上的意义。科学出版社。

P. B. 霍克等 1961。实用生物化学（中譯本）上册 81 頁，下册 654，296 頁。人民卫生出版社。

W. V. Thorpe 1952。生物化学（中譯本）。323 頁。

Auclair, J. L. 1959. The influence of dietary amino acids on the blood amino acids of the german cockroach, *Blattella germanica* L. *J. Ins. Physiol.*, 3(2):127—31.

Brookes, V. J. & G. Fraenkel, 1958. The nutrition of the larvae of the house fly (*Musca domestica* L.) *Physiol. Zool.* **31**:208—23.

Chang, J. T. & M. Y. Wang, 1958. Nutrition requirements of the common house fly (*Musca domestica vicina* Macq.). *Nature,* **181**:566.

Chen, P. S. 1958. Studies on the protein metabolism of *Culex pipiens* L. 2. Quantitative differences in free amino acids between male and female adult mosquitoes. *J. Ins. Physiol.* **2**(2):128—36.

Cotty, V. F. et al. 1958. The sulfur metabolism of insect. III. The metabolism of Cystine, methionine, taurine and sulfate by the housefly, *Musca domestica* L. *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **19**:379—92.

Davis, G. R. F. 1961. Sulfur-containing amino acids in the nutrition of the saw-toothed beetle (Coleoptera: Silvanidae). *J. Nutr.* **75**(3):275—78.

Davis, G. R. F. 1961. Lysine requirements of larvae of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae). *J. Ins. Physiol.* **6**(1—4):122—25.

Dorman, S. C. et al. 1938. The laboratory rearing of flesh flies and the relations between temperature, diet and egg production, *J. Econ. Ent.* **31**(1):44—51.

Dimond, J. B. et al. 1956. The amino acids requited for egg production in *Aedes aegypti. Canad. Ent.* **88**:57—62.

Druchar, E. M. 1962. The roles of amino acids in animal embryogenesis. *Biol. Rev.* **37**(3):378—424.

Du Vigneaud, V. & J. P. Chandler, et al, 1939. A relationship between the nature of the Vitamin B comples supplement and the ability of homocystine to replace methionine in the diet. *Biol. Chem.* **130**:325.

Du Vigneaud, V. et al. 1939. The effect of choline on the ability of homocystine to replace methionine in the diet. *J. Biol. Chem.* **131**:57.

Fraenkel, G. 1940. Utilization and digestion of carbohydrate by Adult blowfly. *J. Exp. Biol.* **17**:18—29.

Fraenkel, G. & E. P. Glenn, 1954. The amino acids requirements of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Ducal. *Biol. Bull.* 106—107:149.

Friend, W. G. & R. H. Backs, et al. 1957. Studies on amino acids requirement of larvae of the onion maggot, *Hylemyia antiqua* (M. G.) under aseptic conditions. *Canad. J. Zool.* **35**:535—43.

Fu Yu-ying 1957. Changes in distribution of sulfur Containing amino acids in developing grasshopper egg (*Melanoplus differentialis*). *Physiol. Zool.* **30**:1—12.

Geiger, H. R. 1961. Untersuchungen uber freie Aminosauren wahrend der Adult-entwicklung von *Culex fatigans* und deren Einfluss auf die Eireifung. *Rev. Suisse Zool.* **68**(4):583—626.

Gilmour, D. 1961. The biochemistry of insects. Academic Press, New York & London.

Glaser, R. W. 1923. Effect of food on longevity and reproduction flies. *J. Exptl. Zool.* **38**:383—412.

Greenberg, B. 1959. House fly nutrition I. Quantitative Study of the protein and sugar requitements of males and female. *Cell. & Comp. Physiol.* **53**:169—77.

—————— 1960. House fly nutrition II. Comparative survival of sucrose and water. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **53**(1):125—28.

Harlow, P. M. 1956. A study of ovarian development and its relation to adult nutrition in the blowfly *Protophormia terrae-novae* (R. D.). *J. Exp. Biol.* **33**:777—79.

Hilchey, J. D. 1953. Studies on the qualitative requirements of *Blattella germanica* (L.) for amino acids under aseptic conditions. *Contribs. Boyce Thompsom Inst.* **17**:203—19. (未見原文)

Hilchey, J. D. et al. 1955. The sulfur metabolism of Insect. I. The utilization of sulfate for the formation of cystine and methionine by the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **18**:109—23. (未見原文)

Hilchey, J. D. 1957. The sulfur metabolism of insect. II. metabolism of cystine-S^{35} by the housefly, *Musca domestica* L., *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **19**:189—200.

Hobson, R. P. 1938. Sheep blowfly investigations erman cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Contribs.* and Oviposition in the sheep blowfly *Lucilia serieata. Ann. Appl. Biol.* **25**(3):573.

House, H. L. & J. S. Barlow. 1958. Vitamin requirements of the house fly, *Musca domestica* L. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **51**(3):299—302.

House, H. L. 1961. Insect nutrition. *Annu. Rev. Ent.* **6**:13—26.

—————— 1962. Insect nutrition. *Annu. Rev. Biochem.* **31**:653—72.

Johansson, A. S. 1960. Nutritional-endocrine regulation of insect reproduction. In "The Ontogeny of Insects", p. 133—136, Acta Symposii de evolutione insectorum (ed. I). Publishing house of Czechoslovak Academy of Sciences, Prague.

Kasting, R. & A. J. McGinnis, 1958. Use of glucose labelled with carbon-14 to determine the amino acids essential for an insect. *Nature.* **182**:1380—81.

—————— 1960. Use of (U-14c) glutamic acid to determine nutritionally essential amino acids for larvae of blowfly *Phormia regina. Canad. J. Biochem.* **38**:1229—34.

—————— 1962. Nutrition of the pale westorn cutworm, *Agrotis orthogonia* Morr. (Lepidoptera: Noctuidae)—IV. Amino acid requirements determined with glucose-U-C. 14. *J. Insect Physiol.* 8(1): 98—103.

Kulbirs, G. 1963. Developmental genetic studies on oogenesis in *Drosophila melanogaster. J. Exptl. Zool.* **152**(3):251—78.

Leius, K. 1961. Influence of various foods on fecundity and longevity of adult of *Scambus buolianae* (Hty.) *Canad. Ent.* **93**(12):1079—84.

Monroe, E. E. 1960. The effect of dietary cholesterol on house fly reproduction. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **53**: 821—4.

—————— 1962. A method for rearing house fly larvae aseptically on a synthetic medium. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **55**:140.

Rasso, S. C. & G. Fraenkel 1954. The food requirements of the adult female blowfly, *Phormia regina* (Meig.) in relation to ovarian development. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **47**:636.

Rose, W. C. 1938. The nutrition significance of the amino acids. *Physiol. Rev.* **18**:109—36.

Sang, J. H. & R. C. King, 1961. Nutritional requirements of axenicaely cultured *Drosophila melanogaster* adults. *J. Exp. Biol.* **38**(4):793—809.

Strangways-Dixon, J. 1961. The relationship between nutrition, hormons and reproduction in the blowfly *Calliphora erythrocephala* (Meig.). *J. Exp. Biol.*, **38**:225—35.

Vanderzant, E. S. 1957. Growth and reproduction of the pink bollworm on an amino acid medium. *J. Econ. Ent.* **50**:219—21.

—————— 1958. The amino acid requirements of the pink bollworm. *J. Econ. Ent.*, **51**:309—11.

———— 1963. Nutrition of the adult boll weevil: Oviposition on defined diets and amino acid requirements. *J. Ins. Physiol.* **9**(5):683—91.
West, S. L. 1951. The house fly. Ithaca, N. Y.
Wigglesworth, V. B. 1953. The principles of insect physiology. London & N. Y.
Wigglesworth, V. B. 1960. Nutrition and reproduction in insects. *Proc. Nutr. Soc.* **19**(1):18—23.
Дербенева-Ухова, В. П. 1942. О развитии яичников и магинальном питании у навозных мух. мед. паразитология и паразитарные болезии т. II. вып. **4**:85—97.
Захарова, Н. Ф. 1962. О питании имаго и личинок мух-саркофаги д (семейство Sarcophagidae). Мед. паразитол. и паразитар. болезии **31**(2):228—31.
Куприянова, Е. С. 1963. К изучению физиологии синатропных мух и их чувствительности к инсектицидам (жировые резервы *Musca domestica* L.) на разных стадиях овогенезе. Вестник Московского уни. 2, серия VI, 22—8.
Погодина, Е. А. 1954. К методу разведения комнатных мух. Зоол. Жур. **33**(6):1422—3.
Сергеева, З. Д., В. Г. Левкович, 1961. О строении полового аппарата некоторы синантропных мух. Зоол. Жур. **40**(5):719—24.

STUDIES ON OVARIAN DEVELOPMENT OF THE ADULT HOUSEFLY WITH REGARD TO THE EFFECTS OF DIFFERENT DIETS AND AMINO ACID REQUIREMENTS

LEE TSUI-YING AND LI VEN-SHENG
(Department of Biology, Sun Yat-sen University)

In the present study, a series of experiments was carried out to test the effects of different diets on the development of ovaries of the adult housefly. Three kinds of diets were used in the experiments. They were: (1) 10% sucrose solution; (2) hen's egg solution (one part of egg and three parts of water) plus 10% sucrose solution; (3) the synthetic diet which was prepared according to the components of hen's egg, consisting of arachis oil, sucrose, vitamin B_1 and B_2, nicotinic acid, cholesterol, calcium phosphate, ferric phosphate and amino acid mixture (including arginine, histidine, lysine, isoleucine, leucine, phenylalanine, threonine, valine, tryptophane, methionine, glutamic acid, tyrosine, aspartic acid, cystine, alanine and glycine) plus 10% sucrose solution.

In flies fed with hen's egg plus 10% sucrose solution, the ovaries developed normally, the complete ovarian maturation occurred on the fifth and the eggs were laid on the sixth day following emergence. The longevity of female flies was up to 55 days.

The ovaries in the housefly are of the polytrophic type containing numerous ovarioles. Only one egg from each ovariole matures at one time and all the eggs in one fly are at the same stage of development. According to the size of the ovary and ovariole, amount of yolk deposited and the morphological alteration of the ovum and nurse cells, five more or less clear-cut stages of ovarian development have been established.

In flies fed with sucrose solution, ovarian growth ceased at an early stage (stage II).

In flies fed with synthetic diets, the condition of the development of ovaries was almost the same as those flies fed with hen's egg solution, except the length of life was slightly shorter (35 days in average). Therefore this defined diet is a nutritionally suf-

ficient diet for maintaining the life of the adult housefly as well as for its ovarian development.

The main purpose of the present studies was to test the egg production of the housefly on a synthetic diet in which the protein was replaced by amino acids and to determine the so-called indispensable amino acid requirements for the development of ovaries of the adult housefly. It was found that arginine, lysine, tryptophane, phenylalmine, threonine, leucine, isoleucine and valine are needed for ovarian development. The absence of any one of these eight amino acids apparently prevented the formation of eggs. As the ovaries could develop normally on histine- or methionine-free diets, it is assumed that the development of ovaries is not prevented by the omission of any of these amino acids from diet.